Über den inducirten Strom der Nebenbatterie.

Von P. Blaserna,
Assistenten am k. k. physikalischen Institute.

In den Sitzungsberichten der k. Akademie der Wissenschaften, Band 34, pag. 77, hat Herr Knochenhauer eine Analyse meiner im 32. Bande veröffentlichten Arbeit über den inducirten Strom der Nebenbatterie gegeben, indem er die von mir aufgestellten Formeln durch seine Beobachtungen verificirte. Da ich daraus ersehe, dass so manches über meine Zusammenstellung unklar geblieben ist, so benütze ich diese Gelegenheit, das Fehlende zu ergänzen und einige Bemerkungen daran zu knüpfen, welche vielleicht zum Verständniss beitragen werden.

Ich habe in der oben citirten Abhandlung pag. 30 nachgewiesen, dass, wenn man den Hauptdrath als den inducirenden Drath mit h, den Nebendrath mit n und die der Intensität proportionale Erwärmung mit θ bezeichnet,

$$\theta = \frac{M}{1 + A\,(h-kn)^2}$$

wobei M das dabei auftretende Maximum der Erwärmung, k eine von der Stärke und Oberfläche der Flaschen abhängige Grösse und A eine Constante bezeichnet. Herr Knochenhauer findet nun, dass diese Formel ebenfalls auf seine Beobachtungsreihen anwendbar ist. So erfreulich es auch an und für sich ist, die Resultate der Beobachtung und der Rechnung auf eine so befriedigende Weise übereinstimmen zu sehen, so wird man sich darüber nicht wundern können, da jene Formel als der Anfang einer unendlichen Reihe von der Form

$$\theta = \frac{M}{1 + A\,(h-kn)^2 + B\,(h-kn)^4 + C\,(h-kn)^6 + \ldots}$$

zu betrachten ist, bei welcher die Coëfficienten A, B, C sehr rasch abnehmen müssen, da die Werthe von θ nur langsam zu- oder abnehmen. Interessant bleibt es nur, dass bei gänzlich verschiedenen Umständen, unter welchen Knochenhauer seine Versuche anstellte, zwei Glieder im Nenner ebenfalls hinreichten.

Herr Knochenhauer machte dabei die Bemerkung, dass, wenn man die Wärme im Hauptdrath mit θ, jene im Nebendrath mit θ' bezeichnet, das Verhältniss $\frac{\theta'}{\theta}$ sich ebenfalls nach der Formel

$$\frac{\theta'}{\theta} = \frac{\mathfrak{M}}{1 + \mathfrak{A}\,(h - kn)^2}$$

berechnen lässt, wo $\mathfrak{M}$ und $\mathfrak{A}$ analoge Constante bedeuten.

Diese Bemerkung ist gewiss interessant, um so mehr, als sie sich als Folgerung aus einer Formel ergibt, über welche ich nächstens der kaiserl. Akademie berichten werde.

Herr Knochenhauer benützte dazu die schönen Beobachtungsreihen, welche er in den Sitzungsberichten Band I, pag. 317 mitgetheilt hat, und welche in Bezug auf Präcision nichts zu wünschen übrig lassen.

Die Übereinstimmung zwischen den beobachteten und berechneten Werthen ist wirklich in hohem Grade zufriedenstellend. Aus seinen Beobachtungen über die Vorgänge im Hauptdrath geht hervor, dass während die durch die elektrische Entladung erzeugte Wärme im Nebendrathe bis zu einem Maximum steigt, jene im Hauptdrathe gleichzeitig bis zu einem Minimum heruntersinkt, aber nie die Wärme übersteigen kann, welche die gewöhnliche Entladung ohne Induction, also bei unterbrochenem Nebendrathe hervorbringt. Ich will diese äusserste Grenze für θ, welche bei seinen Beobachtungen immer in der ersten Horizontalreihe jedes Versuches angegeben ist, mit Θ, so wie das Minimum mit M bezeichnen. Alsdann ergibt sich zwischen den Werthen von A und $\mathfrak{A}$ aus Knochenhauer's Beobachtungen

$$\mathfrak{A} = \frac{\Theta}{M}\,A.$$

Zur Bestätigung dieses Gesetzes führe ich hier sämmtliche Versuchsreihen an, wobei ich in der vorletzten verticalen Columne die von Knochenhauer Band 34, pag. 81—86 angegebenen

Werthe von $\mathfrak{A}$, in der letzten hingegen die aus obiger Formel berechneten Werthe angebe.

Versuchsreihe	θ	M	A	$\mathfrak{A}$	$\mathfrak{A}$ berechn.
1	17·0	10·6	0·0038	0·0062	0·0061
2	16·4	10·0	0·0035	0·0068	0·0056
3	16·0	10·1	0·0038	0·0066	0·0061
4	15·4	9·8	0·0035	0·0062	0·0056
5	11·1	7·9	0·0038	0·0062	0·0053
6	17·5	11·7	0·015	0·023	0·023
7	15·3	10·3	0·016	0·024	0·024
8	18·8	10·8	0·014	0·025	0·024
9	17·3	11·8	0·014	0·022	0·021
10	17·5	11·0	0·015	0·022	0·024
11	13·6	6·9	0·0020	0·0039	0·0040
12	15·1	6·6	0·0019	0·0041	0·0044
13	10·8	6·8	0·0023	0·0038	0·0037
14	11·1	5·9	0·0019	0·0036	0·0036
15	14·6	8·0	0·0072	0·0135	0·0130
16	15·6	8·2	0·0060	0·0110	0·0114
17	14·3	7·1	0·0060	0·0124	0·0120
18	14·8	9·4	0·0075	0·0122	0·0120
19	12·3	9·0	0·0071	0·0112	0·0106
20	14·8	8 9	0·0064	0·0105	0·0109
21	13·6	8·9	0·0066	0·0105	0·0099
—	—	—	—	—	—
25	12·9	6·5	0·0013	0·0024	0·0026
26	12·8	6·0	0·0011	0·0024	6·0023
27	8·3	4·5	0·0012	0·0022	0·0023
28	12·8	5·2	0·0010	0·0024	0·0025
29	10·1	4·7	0·0011	0·0026	0·0024
30	11·3	6·2	0·0035	0·0069	0·0064
31	12·8	6·8	0·0025	0·0050	0·0048
32	13·8	8·0	0·0038	0·0067	0·0065
33	14·1	7·9	0·0029	0·0052	0·0052

Die Übereinstimmung ist, wie ich glaube, eine vollkommen befriedigende. Die Abhängigkeit von A auszumitteln, ist indess mit grossen Schwierigkeiten verbunden, und ich bin überzeugt, dass man mit den Mitteln, über welche man vor der Hand gebieten kann, dazu nicht ausreichen wird.

Ich gehe nun zu einem anderen Theile über, zu jenem, wo meine Beobachtungen mit jenen von Knochenhauer nicht übereinstimmen. Obwohl es an und für sich schwer ist darüber etwas Bestimmtes auszusagen, ohne eine genaue Einsicht in alle speciellen Umstände zu besitzen, unter welchen die Beobachtungen angestellt wurden, so will ich wenigstens das angeben, was ich darüber weiss. Zuvörderst muss ich darauf aufmerksam machen, dass Knochenhauer pag. 87 einen Fehlschuss begangen hat. Er sagt nämlich:

„Ich habe pag. 3 meiner Beiträge die Kraft einer Flasche oder Batterie proportional zu derjenigen Quantität von Elektricität gesetzt, die sie zur Erlangung derselben Schlagweite in sich aufnimmt, und später pag. 42 hinzugefügt, dass Flaschen von gleicher Kraft unter gleichen Verhältnissen ein gleiches Wärmequantum entwickeln, so dass also die Kraft auch zu der entwickelten Wärme proportional ist."

Dies ist nicht richtig. Aus der obigen Erklärung folgt noch gar nichts.

Denn setzen wir die Kraft einer Flasche K proportional der Elektricitätsmenge Q, also

$$K = a\,Q,$$

und es sei Q eine beliebige Function der Wärme W, also

$$Q = f\,(W),$$

so ergibt sich

$$K = a\,f\,(W).$$

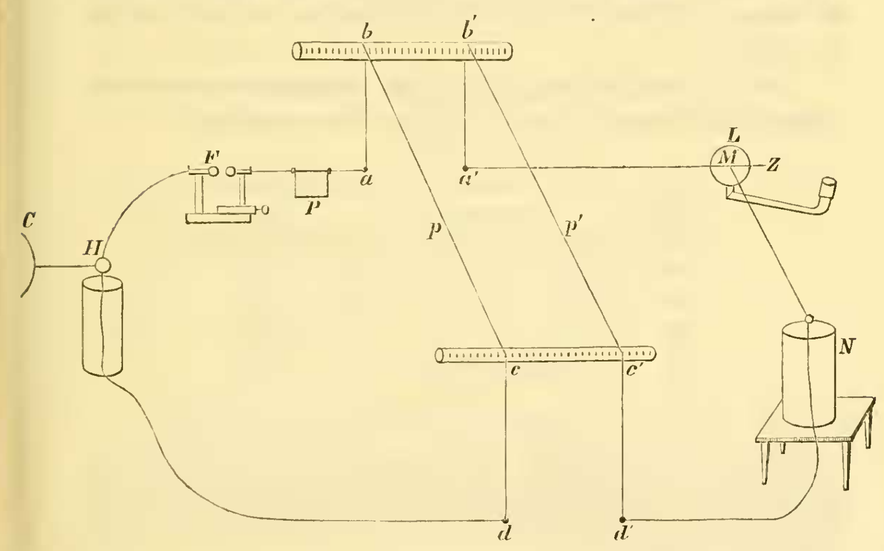
Nun entspricht aber jede Function der Bedingung, dass für ein bestimmtes W auch ein bestimmtes, und stets dasselbe Q entstehe; wenigstens gilt dies für alle jene Functionen, welche keine Vieldeutigkeiten zulassen; man ist daher zu keinem Schluss berechtigt, und die eben gegebene Definition von der Kraft einer Flasche bleibt eine unbestimmte.

Ich komme nun auf den dritten Punkt zu sprechen, der allerdings der wichtigste ist. Ich habe nämlich aus meinen Versuchen für das Maximum die Formel

$$M = m \cdot \frac{q'}{q^2} \cdot \frac{s}{\sqrt{s'}}$$

abgeleitet, und wie aus allen Versuchsreihen zu ersehen ist, welche ich angeführt habe, stimmt sie immer mit den Beobachtungen selbst in Fällen, in denen man eine solche Übereinstimmung kaum erwarten könnte. Herr Knochenhauer führt seinerseits Beobachtungsreihen an, welche entschieden im Gegensatze zu meinen Versuchen stehen. Dies ist allerdings auffallend. Obwohl ich jene Versuche mit Aufmerksamkeit durchgeführt, so unterzog ich sie einer neuen Prüfung.

Zuvörderst will ich jedoch den Apparat etwas genauer beschreiben, den ich zu allen meinen Untersuchungen anwandte. Die im 32. Bande der Sitzungsberichte dieser Akademie gegebene Zeichnung ist nur schematisch aufzufassen. In Wirklichkeit hatte ich die 12 Fuss langen parallelen Dräthe doppelt rechtwinklig gebogen,



wie aus der vorstehenden Figur ersichtlich ist. *C* ist der Conductor der Elektrisirmaschine, von dem aus ein starker Zuleitungsdrath zur Hauptbatterie *H* führt. *F* ist das Funkenmikrometer; die beiden parallelen Dräthe p p' sind bei a d, a' d' mittelst seidener Schnüre befestigt und ruhen bei b d, b' d' auf dicken Glasstäben, welche auf einem passenden Gestelle stehen. Eine auf denselben angebrachte Theilung in Centimetern gibt unmittelbar die Distanz der parallelen Dräthe an, welche so umgebogen sind, dass die Stücke

a b, *c d*, *a' b'*, *c' d'* je 2 Fuss, die Stücke *b c*, *b' c'* hingegen 8 Fuss betragen. Dadurch wird es erklärlich, wie ich im Nebendrathe bis auf 20 Fuss heruntergehen konnte, ohne dass die Nebenbatterie in eine störende Nähe zu dem parallelen Nebendrath gerieth. *P* ist ein Platindrath von derselben Dicke wie jener des Luftthermometers, welcher bei diesen Versuchen in *L* stand. Die Nebenbatterie *N* stand auf einem Isolirschämel. Die einzelnen Dräthe, welche zur Schliessung verwendet wurden, ruhten auf hölzernen Gestellen, welche am oberen Theile eingekittete, mit Quecksilber gefüllte Näpfe trugen. Diese Dräthe wurden immer so weit als möglich aus einander gespannt und konnten unmöglich einen störenden Einfluss auf einander haben.

Ich habe nun mehrere Versuchsreihen durchgeführt, welche das von mir angegebene Gesetz bestätigen. Da sie also nichts Neues besagen, so will ich nur einige davon mittheilen, um nicht zu lang zu werden.

So z. B. fand ich für Hauptdrath 46, Hauptbatterie Flasche 2, Nebenbatterie Flaschen 3 und 6 folgende Versuchsreihe:

Nebendr. n	Erwärmung ϑ			Mittel
21	6·7	6·6	6·8	6·7
23	7·2	7·0	7·0	7·1
25	6·4	6·2	6·2	6·3
27	5·5	5·6	5·7	5·6
32	4·2	4·0	3·9	4·0

und gleich darauf, als die Flaschen umgetauscht waren, so dass die Hauptbatterie aus den Flaschen 3 + 6, die Nebenbatterie aus der Flasche 2 bestand, sofort

n	ϑ			Mittel
52	1·0	1·2	—	1·1
72	2·0	2·1	2·1	2·1
92	2·4	2·4	2·3	2·4
112	2·0	2·1	2·2	2·1

Setzt man nun

$$M = m \cdot \frac{q'}{q^2} \cdot \frac{s}{\sqrt{s'}}$$

im ersten Falle,
so ist

$$M_1 = m \cdot \frac{q}{q'^2} \cdot \frac{s'}{\sqrt{s}}$$

im zweiten Falle, also

$$M : M_1 = \frac{q'^3}{q'} : \frac{s'\sqrt{s'}}{s\sqrt{s}}$$

und in diesem Falle

$$M : M_1 = 4 : 1{\cdot}41,$$

da

$$q = 1, \; s = 1$$
$$q' = 2, \; s' = 2$$

bedeutet.

Nun ist

$$M : M_1 = 71 : 24 = 0{\cdot}34$$

und

$$4 : 1{\cdot}41 = 0{\cdot}35.$$

Schon diese Beobachtungsreihe zeigt also, dass das Maximum der Stärke der Nebenbatterie und der Oberfläche der Hauptbatterie direct, dem Quadrate der Stärke der Hauptbatterie und der Quadratwurzel der Oberfläche der Nebenbatterie hingegen umgekehrt proportional ist.

Ich habe noch mehrere Versuche zur nochmaligen Bestätigung dieses Gesetzes angestellt, die ich jedoch nicht anführen will, weil sie, wie gesagt, nichts Neues mehr besagen, die jedoch keinen Zweifel an der Richtigkeit dieses Gesetzes übrig lassen.

Allerdings muss ich gestehen, dass ich diese Nichtübereinstimmung meiner Resultate mit jenen Herrn Knochenhauer's nicht erklären kann; doch ich glaube dass das Gesetz feststeht.

Schliesslich noch eine Bemerkung. Ich habe am Schlusse meiner Abhandlung erwähnt, dass Knochenhauer das Maximum der Induction zur Länge des Hauptdrathes verkehrt proportional gefunden hat. Ich habe dies angeführt, weil Knochenhauer in einem Briefe es ausdrücklich erwähnt und ich daher vermuthen musste, er habe es späterhin gefunden, ohne es veröffentlicht zu haben. Ich selbst habe diesen Fall nicht untersucht, wenn man etwa die Versuchsreihen XVII und XVIII ausnehmen will, welche blos den Beweis der Unabhängigkeit der Grösse k von der Länge des Hauptdrathes bezweckten.
